



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNDE KESİM OLGUNLUĞUNA ULAŞMIŞ İVESİ IRKI
TOKLULARDA DGAT1 GENİNDE TESPİT EDİLEN
POLİMORFİZMLERİN KESİM VE KARKAS ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİSİ

LÜTFÜLLAH AVCI
VETERİNER GENETİK

ŞANLIURFA
2026



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNDE KESİM OLGUNLUĞUNA ULAŞMIŞ İVESİ IRKI
TOKLULARDA DGAT1 GENİNDE TESPİT EDİLEN
POLİMORFİZMLERİN KESİM VE KARKAS ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİSİ

LÜTFÜLLAH AVCI
VETERİNER GENETİK

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi AYDIN DAŞ

ŞANLIURFA
2026

TEŞEKKÜR

Hazırladığım bu tezin her aşamasında değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bana her zaman her konuda yol gösteren ve yardımcı olan, çok değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Aydın DAŞ'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tezimin laboratuvar çalışmalarında bilgi ve desteğini esirgemeyen Genetik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Akın YİĞİN'e ve akademik tecrübeleri ile eğitimime katkı sağlayan Genetik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Faruk BOZKAYA'ya teşekkür ederim. Tez çalışmam süresince sabır ve sonsuz anlayışından dolayı, Hayvan Besleme ve Beslenme hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi danışmanımın değerli eşi Doç. Dr. Besime DOĞAN DAŞ'a gönülden minnettarım. Daima yanımda olan maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme gösterdikleri sabır ve anlayış için teşekkür ederim.

ONAY

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	1
ONAY	2
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
KISALTMALAR	v
SİMGELER	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. DGAT1 Geni Genel Bilgiler	2
1.2. DGAT1 Geni ve Süt Verimi Özellikleri ile İlişkisi	4
1.3. Et Üretiminde DGAT1'in Rolü	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. GEREÇ ve YÖNTEM	13
3.1. Örneklerin Seçimi	13
3.2. Yağ Asidi Analizleri	13
3.3. DNA İzolasyonu	14
3.4. DNA Örneklerinin Miktar ve Kalitesinin Ölçülmesi	15
3.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)	16
3.6. DGAT1 PCR- RFLP Analizi	17
3.7. İstatistiksel Analiz	17
4. BULGULAR	18
5. TARTIŞMA	21
6. SONUÇLAR	24
7. ÖNERİLER	25
KAYNAKLAR	26
ÖZ GEÇMİŞ	31

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNDE KESİM OLGUNLUĞUNA ULAŞMIŞ İVESİ IRKI TOKLULARDA DGAT1 GENİNDE TESPİT EDİLEN POLİMORFİZMLERİN KESİM VE KARKAS ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİSİ

LÜTFÜLLAH AVCI

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
VETERİNER GENETİK

Tez Danışmanı: DR. ÖĞR. ÜYESİ AYDIN DAŞ
Yıl: 2026, Sayfa: 31

Yağ asidi metabolizmasında rol oynayan DGAT1 geni, koyunlarda et kalitesi özelliklerini iyileştirmeye yönelik bir aday gen olarak kabul edilmektedir. Mevcut çalışmanın amacı DGAT1 geninin genotiplerini incelemek ve genotipler ile sıcak karkas ağırlığı, kabuk yağı kalınlığı, pH, MLD alanı ve etteki toplam yağ ve yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Bu amaçla toplam 82 baş ivesi toklusundan alınan kan ve et örnekleri ile ölçümler yapılmıştır. Genotipler, *AluI* restriksiyon enzimi kullanılarak PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmiştir. İncelenen populasyonda CC, CT ve TT genotipleri tespit edilmiştir. C ve T allele sıklığının populasyonda %72 ve %28 olarak belirlenmiştir. İvesi popülasyonunda incelenen DGAT1 gen lokusunun dağılımının Hardy Weinberg genetik denge testine göre dengeli olduğu gözlemlenmiştir. DGAT1 geni, İvesi ırkı koyunlarda polimorfizm göstermiştir. İncelenen özellikler ile genotipler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Sonuç olarak ekonomik açıdan önemli kalite ve verim özelliklerine katkıda bulunan DGAT1 gen polimorfizmlerinin farklı popülasyonlarda daha fazla araştırılması gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Polimorfizm, İvesi, Et kalitesi, PCR-RFLP, DGAT1

ABSTRACT

MASTER’S THESIS

DETECTED IN THE DGAT1 GENE POLYMORPHISMS AND ITS RELATIONSHIP WITH SLAUGHTER AND CARCASS CHARACTERISTICS IN AWASSI YEARLING LAMBS THAT HAVE REACHED SLAUGHTER IN ŞANLIURFA PROVINCE

LÜTFÜLLAH AVCI

**HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL
VETERINARY GENETICS**

Thesis Advisor: ASST. PROF. AYDIN DAŞ

Year: 2026, Page: 31

The DGAT1 gene, which plays a role in fatty acid metabolism, is considered a candidate gene for improving meat quality traits in sheep. The aim of the present study was to examine the genotypes of the DGAT1 gene and to reveal the relationships between genotypes and hot carcass weight, backfat thickness, pH, MLD area, and total fat and fatty acid composition in meat. For this purpose, measurements were made using blood and meat samples taken from a total of 82 Awassi yearling lambs. Genotypes were determined using the PCR-RFLP method with the *AluI* restriction enzyme. CC, CT, and TT genotypes were detected in the studied population. The frequency of the C and T alleles in the population was determined to be 72% and 28%, respectively. The distribution of the DGAT1 gene locus examined in the Ivesi population was observed to be balanced according to the Hardy Weinberg genetic equilibrium test. The DGAT1 gene showed polymorphism in Ivesi breed sheep. No significant relationship was found between the examined traits and genotypes. In conclusion, DGAT1 gene polymorphisms that contribute to economically important quality and productivity traits need to be further investigated in different populations.

KEYWORDS: Polymorphism, Awassi, Meat quality, PCR-RFLP, DGAT1

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Çeşitli örneklerde DNA spektrofotometre ölçüm sonuçları.	16
Çizelge 3.2	Çoğaltma işlemi için kullanılan primerler ve kesim enzimleri.	16
Çizelge 4.1	Çalışmada kullanılan İvesi toklu popülasyonunda DGAT1'in genetik çeşitliliği.	18
Çizelge 4.2	Gentoiplerin kesim ve karkas özelliklerine ait dağılımları.	19
Çizelge 4.3	Genotiplerin toplam yağ (g/100 g) ve yağ asidi dağılımları (%).	20

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1	<i>Alu1</i> enzimi ile kesim sonucu oluşan PCR ürünlerinden elde edilen genotipler (%2'lik agaros jel, M:100bp DNA ladder).	19
-----------	---	----

KISALTMALAR

DNA	Deoksiribonükleik Asit
mm	Milimetre
UV	Ultraviyole
TAG	Triaçil Gliserol
DGAT1	Diacylglycerol O-acyltransferase 1
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism (Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi)
IMF	Intra Muscular Fat (Kas İçi Yağ)
µm	Mikrometre
µl	Mikrolitre
°C	Santigrat Derece
rpm	Dakika başına devir
ml	Mililitre
SDS	Sodyum dodesil Sülfat
NaAc	Sodyum Asetat
ng/ul	Nanogram/mikrolitre
SFA	Doymuş Yağ Asidi
UFA	Doymamış Yağ Asidi
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asidi
bp	Baz Çifti
P	Önem Seviyesi
SNP	Single Nucleotid Polymorphism (Tek Nükleotid Polimorfizmi)
MAS	Markör Destekli Seleksiyon

SİMGELER

%	Yüzde
$\bar{X} \pm SE$	Ortalama $\pm$ Standart Hata
χ^2	Khi Kare Test İstatistiği
>	Büyüktür
<	Küçüktür

1. GİRİŞ

Moleküler genetik yöntemler, Kantitatif Karakter Lokusunun (QTL) miktarı ile verim özellikleri arasındaki ilişkilerin ve lokuslar arasındaki genetik çeşitliliğin keşfedilmesini sağlar. Seçim, hayvanın genetik değerini daha iyi tahmin etmeyi ve böylece seçimin genetik faydasını artırmayı amaçlar. Fenotip ile ilişkili fizyolojik olayları etkileyen genlerdeki varyasyonlar, bazı çalışmalarda varsayıldığı gibi, fenotipin meydana geldiği kantitatif varyasyonları etkileyebilir (Tambasco vd., 2003).

Çiftlik hayvanları için, verimi etkileyen genetik yapıyı tanımlamak için kullanılan moleküler DNA belirteçleri, moleküler genetik teknolojilerin gelişimiyle ortaya çıkmıştır. Belirteçlerin avantajı, genetik kaynaklar olarak hizmet eden popülasyon tanımlama, karakterizasyon ve/veya koruma programları için kullanılabilirliklerinde da yatmaktadır. Moleküler düzeyde belirteç tanımlaması için birçok moleküler belirteç ve moleküler genetik teknik uygulanmaktadır. Bunlar daha sonra MAS (Markör destekli seleksiyon) programları olarak kayda geçmektedir (Öner vd., 2011). Markör destekli seçim ile verimi yükseltmek istenen ırkta, oluşturulacak gen kaynaklı artış, klasik seçim yöntemlerine göre daha hızlıdır (Reis vd., 2001). Bu arada, istenen belirteç alleli ile bireylerin yetiştirme seçimi yoluyla elde edilen doğruluk ve hassasiyet, öncekinden çok daha büyüktür (Unanian vd., 2002).

MAS yaygın olarak kullanılırsa, klasik yetiştirme programlarında çalışılması gereken hayvan sayısı, iş gücü, zaman ve hizmet maliyetleri düşük olur. Bu şekilde işletmeler daha karlı bir sonuca ulaşabilir. Bu uygulamanın birincil hedefi, seçim bir dizi belirteç geni kapsayacak şekilde yapılacağından, daha erken genetik ilerleme oluşturmak ve birim hayvanda beklenen verimi artırmaktır. Markör destekli seçim ile çiftlik hayvanlarında elde edilecek gen bazlı ilerleme oranı yaklaşık olarak %15-30 civarında olduğu belirtilmektedir. Moleküler belirteçlerdeki polimorfizmler ile bir dizi verim özelliği arasındaki ilişkiler üzerine artan bir çalışma alanı, çiftlik hayvanı yetiştiriciliği alanında ortaya çıkmıştır. Fenotipler ve genler için belirteçlerdeki

polimorfizmler, ırk karakterizasyonunun özelliklerinde de çalışmaktadır. Ayrıca, gen polimorfizmlerini barındıran potansiyel aday genler, ırklar arasındaki genetik aktarım ve evrimsel bağlantıları çıkarmak için stratejik bir çalışma noktası olmuştur. Bu gen kaynaklarından bir tanesi de Diacylglycerol *O*-acyltransferase1 (DGAT1) genidir (Bal ve Akyüz, 2014).

DGAT1 geni, koyunlarda kromozom 9 üzerinde lokalize edilmiş olup (Zhou vd., 2022), yağ sentezinin düzenlenmesi, kas içi yağ birikimi ve süt yağı bileşiminin kontrolünde önemli bir aday gen olarak değerlendirilmektedir.

DGAT1 ile ilgili yapılan çalışmalar, genin koyunlarda et kalitesi ve verimi açısından aday gen potansiyelini de merak konusu haline getirmiştir. Özellikle intramüsküler yağ birikimi, karkas özellikleri ve aroma profili gibi faktörler üzerinde belirgin etkiler gösterdiği belirtilmektedir. Ancak bu etkiler, ırk farklılıkları ve çevresel faktörler nedeniyle çalışmadan çalışmaya değişkenlik göstermektedir.

Yapılan bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa ilinde kesim olgunluğuna ulaşmış ivesi toklularında DGAT1 geninde tespit edilen polimorfizmlerin kesim ve karkas özellikleri (Canlı ağırlık, Kesim ağırlığı, Ph, MLD alnı, Kabuk yağı kalınlığı ve Yağ asidi dağılımı) ile ilişkilerini ortaya koymaktır.

1.1. DGAT1 Geni Genel Bilgiler

Diacylglycerol acyltransferase (DGAT), diacylglycerol ve acyl-CoA'yı substratlar olarak kullanır ve triacylglycerol üretiminin son adımını katalize ettiği bilinmektedir (Cases vd, 1998). Bu enzimin yağ dokusunda ve bağırsak yağ emiliminde önemli olduğu da söylenmektedir (Demirci ve Gündüz, 1998).

Hayvanlarda, DGAT1 geni iki formdan oluşur (DGAT1 ve DGAT1K2). Lizin amino asidi taşıyan varyant, yüksek trigliserit içeriği ve düşük süt verimi ile ilişkilidir.

Alanin amino asidi taşıyan varyant ise yüksek süt verimi ve düşük trigliserit içeriği ile ilişkilidir. Bu varyantlar, kendi aralarında dizi homolojisi olmayan integral membran proteinlerini kodlayan olarak tanımlanır (Giannoulia vd, 2000). DGAT1, DGAT aktivitesine sahip bir proteini kodlayan ilk gen olarak tanımlanmıştır (Cases vd, 2001). DGAT1 eksikliği taşıyan mutant aleli olan fareler hayatta kalır ve diyetle indüklenen obeziteye karşı dirençlidir (Smith vd, 2000).

DGAT1'in yokluğu, doymuş yağ içeriğini artırdığı ve doymamış yağ konsantrasyonlarını azalttığı, böylece yağ dokularının ve iskelet kasının yağ asidi bileşimini değiştirdiği bulunmuştur (Chen vd, 2002). Ancak, Avrupa'dan gelen sığır ırklarında, ekson 8'deki 10433 ve 10432 lokuslarında lizin yerine alanin ikamesi (DGAT K232A), sığır ırklarında polimorfik özellikleri göstermek için kabul edilmiştir (Schennink vd, 2008). "K" alel mutasyonu süt yağ içeriğini artıracığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Spelman vd, 2002; Yang vd, 2011). Ayrıca, süt yağının doymuş seviyelerinin "K" aleli ile ilişkili olduğu anlaşılmıştır (Reis vd, 2001; Pinto vd, 2005).

İnekler arasında, DGAT1'in süt verimi, süt yağı ve intramüsküler yağ içeriği için iyi bir aday olduğu bulunmuştur. Son zamanlarda, Scata vd. (2009), koyun ırklarında DGAT1 5'UTR'deki bu polimorfizm ile yüksek süt yağına sahip koyun ırklarında ve düşük süt yağı değerlerine sahip koyun ırklarında (örneğin, Sarda koyun ırkları) 5'UTR'de negatif bir bağlantı bildirmiştir.

DGAT, trigliserit üretiminde son adımını çözen mikrozomik bir enzimdir (Winter vd., 2002). DGAT1, hem triacilgliserol sentezi hem de enerji depolaması ile ilgili olduğundan, bağırsak yağ alımı, lipoprotein metabolizması, plazma triacilgliserol konsantrasyonu, yağ hücrelerinde yağ depolama, iskelet kası enerji kullanımı ve süt sentezi ile memeli oositlerinde de rol oynamaktadır (Cases vd., 1998). DGAT1 ekspresyonu, yağ dokusu ve ince bağırsak dokularında yüksektir (Chen ve Farese, 2000; Buhman vd., 2002). DGAT, mikrozomal bir enzim olup triacilgliserol biyosentezinde anahtar rol oynar (Cases vd., 1998). DGAT1, memelilerde trigliserit sentezinin son adımını katalize ettiği bilinen iki DGAT enziminden biridir (Nanekarani ve ark., 2016).

DGAT1, yağ metabolizmasındaki büyük rolü nedeniyle süt yağı içeriği ve süt koyunları ve keçilerde karkas özellikleri için aday bir gen dir (Sadeghi vd., 2020).

Bahse konu enzim, yağ dokularında trigliserit üretimi için hayati öneme sahiptir. Bu enzimin aktivitesini sağlayan DGAT1 geni, birden fazla doku yapısında bulunur fakat en çok yağ dokusunda ve ince bağırsaklarda yer alır. Çalışmalar, DGAT1 geni ile koyun ve sığır karkaslarındaki yağ oluşumu arasında belirli bir ilişki tespit edilmiştir. DGAT1 geni, koyunlarda süt yağı seviyesi için aday bir gen olarak önerilmiştir (Curi vd., 2011; Mohammadi vd., 2013). Bununla birlikte, DGAT1 geninin SNP'leri ile koyun et üretimi arasındaki ilişki üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Mogan İran koyun ırkından yapılan ön çalışmada, DGAT1 geninin 17. ekzonundaki polimorfizmin karkas ağırlığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ala Noshahr ve Rafat, 2014).

DGAT1 geni, koyunlarda kromozom 9 üzerinde lokalize edilmiş olup (Zhou vd., 2022), yağ sentezinin düzenlenmesi, kas içi yağ birikimi ve süt yağı bileşiminin kontrolünde önemli bir aday gen olarak değerlendirilmektedir. Koyun DGAT1 genomik bölgesinde 5' UTR, intron ve ekzonlarda çeşitli polimorfizmler tanımlanmış ve bu varyasyonların yağ dağılımı, karkas özellikleri ve metabolik süreçlerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Aydın ve Kopuzlu, 2024). Sığırlarda yaygın olarak bilinen K232A mutasyonu koyunlarda görülmemekle birlikte, tür-spesifik SNP'lerin yağ dokusu gelişimi ve et kalitesiyle bağlantılı olabileceği ifade edilmektedir (Zhou ve ark., 2022). Ayrıca DGAT1 lokusundaki varyasyonların kuyruk yağı ağırlığı, sırt yağ kalınlığı ve kas dokusu özellikleri üzerinde anlamlı etkileri olduğu; bu nedenle genin ıslah programlarında önemli bir moleküler belirteç olarak kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Aydın ve Kopuzlu, 2024).

1.2. DGAT1 Geni ve Süt Verimi Özellikleri ile İlişkisi

DGAT1 geninde K alleli taşıyan kültür ırkı inekler, mutasyonun varlığı nedeniyle süt içeriğinde daha yüksek yağ içeriğine neden olur (Ripoli vd., 2006). Artan yağ oranı,

süt verimi ve süt proteininde azalma ile ilişkili olan lizin varyantına (K) atfedilebilirken, aynı zamanda alanin varyantının (allel A) lipid veriminde düşüş, süt verimi ile proteinde artışla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Cerit vd., 2014; Pirzad vd., 2014; Özdil ve İlhan, 2012; Ünal vd., 2015; Rincon vd., 2006).

Özdil ve İlhan (2012) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki üç yerel Anadolu manda popülasyonundan 41 hayvanda PCR-RFLP yöntemi kullanılarak DGAT1 gen K232A polimorfizmi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, 24 kısıtlama enziminden 14 tanesi (*AluI*, *AvaI*, *AvaII*, *BglII*, *BstUI*, *HincII*, *HhaI*, *HphI*.... ve *sair*) bu gen üzerinde tanıma bölgeleri göstermiştir. Polimorfizm *AluI*, *HincII* ve *Hph2* kısıtlama enzimleri ile tespit edilmiştir. *CfrII* kısıtlama enzimi aracılığıyla yapılan kesim sonrası, bazı sığır ırklarında bulunan K232A polimorfizmi, mevcut popülasyonun monomorfik olduğu ve sadece lizin varyantının tespit edildiği anadolu manda türlerinde tespit edilmemiştir.

Pirzad vd. (2014), İran'da yetiştirilen holstein ineklerinde DGAT1 K232A polimorfizmi ile sütün üretim karakterleri ile somatik hücre sayısı arasındaki ilişkiyi bildirmiştir. PCR-RFLP yöntemiyle gerçekleştirilen mevcut çalışmada, A alleli frekansı 0,63 ve K alleli frekansı 0,37 olarak bulunmuştur. AA, KA ve KK genotip frekansları sırasıyla 0,36, 0,55 ve 0,09 olarak belirlenmiştir. Ancak, sonuçlar incelendiğinde, DGAT1 K232A polimorfizmi ile süt yağı yüzdesi arasında önemli bir korelasyon olduğu görülmüştür. KK ve KA genotipine sahip sığırlar, AA genotipine sahip olanlara göre daha yüksek yağ yüzdesi ve düşük süt verimi elde etmiştir. Sonuç olarak, yağ yüzdesinin, K alleli temelinde KK ve KA genotiplerine sahip Holstein ineklerinin seçimi için seçilebilir bir değişken olarak kullanılabileceği önerilmiştir.

DGAT1 gen polimorfizmleri, Bal ve Akyüz (2014) tarafından holstein (100 örnek), doğu anadolu kırmızısı (50 örnek) ve yerli kara (50 örnek) sığır ırklarında PCR-RFLP yöntemiyle test edilmiştir. Tüm ırklar için hesaplanan KK, KA ve AA genotip frekansları Holstein için 0,13, 0,24 ve 0,63, doğu anadolu kırmızısı için 0,06, 0,64 ve 0,30 ve yerli kara için 0,16, 0,70 ve 0,14 olarak hesaplanmıştır. Bu test edilen ırklarda, DGAT1 geninde en yüksek A alleli frekansı (0,75) holstein ırkında

ve en yüksek K alleli frekansı (0,51) yerli kara ırkında bulunmuştur. Sonuç olarak, Hardy-Weinberg dengesi sapmasının bulunduğu mevcut deneyde, örnek boyutunun artırılmasıyla daha net sonuçlar elde edilebileceği önerilmiştir.

Cerit vd. (2014), holstein (54 baş) ve brown (44 baş) sığır ırklarında DGAT1 K232A polimorfizmini inceledi. Bu çalışma, holstein sığırlarında DGAT1 geni için K alleli frekansının 0,29 ve A alleli frekansının 0,71, brown sığırlarında ise K alleli frekansının 0,09 ve A alleli frekansının 0,91 olduğunu göstermiştir. Kepenek (2007), Türk sığırlarının dört ırkında (güney anadolu kırmızısı, doğu anadolu kırmızısı, yerli kara, boz) ve damızlık holstein sığırlarında genetik resesif hastalık karmaşıklığına bağlı prolaktin, DGAT1 ve SLC35A3 genlerini test etmiştir. PRL geninin A alleli frekansı yerli kara ırkında en düşük (0,56) ve güney anadolu kırmızısı ırkında en yüksek (0,76) olarak bulunmuştur. DGAT1 geninin K alleli oranı 0,78 (doğu anadolu kırmızısı) ve 0,93 (yerli kara) olarak tespit edilmiştir. SLC35A3 geni monomorfik olarak gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, PRL A alleli ile süt verimi ve DGAT1 K alleli ile süt yağı içeriği arasında zayıf bir ilişki tespit etmiştir.

Ünal vd. (2015), 4 Türk yerel sığır ırkında (Güney Anadolu Kırmızısı, Boz ırk, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara) PCR-RFLP yöntemi kullanarak büyüme hormonu, prolaktin ve DGAT1 gen polimorfizmini bildirmiştir. Bu çalışmada, prolaktin geninin BB genotipi Boz ırk ve Doğu Anadolu Kırmızısı sığır türlerinde tanımlanmamıştır. Prolaktin geninin RsaI polimorfizminden türetilen A alleli (0,52–0,71), incelenen tüm popülasyonlarda B alleleline (0,29–0,48) göre daha yüksek frekanslarda gözlemlenmiştir. DGAT1 geni için, AA genotipi Doğu Anadolu Kırmızısı ve Güneydoğu Anadolu Kırmızısı sığır ırklarında tespit edilmemiştir, ancak test edilen tüm ırklarda K alleleline (0,58–0,80) kıyasla A alleli (0,20–0,42) çok daha düşük frekanslarda bulunmuştur.

Rincon vd. (2006), Uruguay creole sığırlarında 23 boğa, 447 inek ve her iki cinsiyetten 105 buzağıda kappa-kazein, β -kazein, α -S1-kazein ve α -laktalbumin gen polimorfizmini ARMS-PCR yöntemiyle test ettiler. β -laktoglobulin ve DGAT1 gen polimorfizmini test etmek için PCR-RFLP kullandılar. Kappa-kazein ve

β -laktoglobulin genleri için A (0,50 ve 0,49) ve B (0,50 ve 0,51) alel frekansları çok yakın bir uyum gösterdi. Bu nedenle, DGAT1 geni için A alel frekansı yüksek süt verimi ve düşük süt yağ içeriği ile ilişkili olarak 0,89 ve K alel frekansı 0,11 idi.

Hamdani melez koyunlarının süt içeriği üzerindeki DGAT1 ve POU1F1 genlerinin etkisi önceki bir çalışmada araştırılmıştır. DGAT1 CC ve CT genotipleri Hardy-Weinberg dengesindedir; CT genotipine sahip koyunlar, CC genotipine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek süt yağı yüzdesine sahipti ($P<0,05$). Ancak protein, laktoz ve yağsız kuru madde süt bileşenleri için anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bulgular, DGAT1 polimorfizminin süt yağ içeriğinde etkili olabileceğini ancak diğer bileşenlerde etkili olmadığını ima etmektedir (Turgut vd., 2025).

Pugliano vd. (2025), Bagnolese koyunlarında DGAT1 varyantlarının süt üretimi ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini gözden geçirmiştir. g.5553C>T SNP'i için genotiplendirme yapılarak CT genotipine sahip koyunların, CC veya TT genotipine sahip olanlara göre süt yağı ve protein yüzdelерinde daha yüksek değerlere sahip olduğu bulunmuştur ($P<0,01$). Bu bulgu, DGAT1 geninin özellikle süt yağı ve protein üretiminde yeni bir moleküler belirteç olabileceğini önermektedir.

DGAT1'in 5'UTR bölgesindeki polimorfizmler, Valle del Belice koyunlarında süt kalitesi üzerinde Tumino vd. (2023) tarafından araştırılmıştır. DGAT1 genotipinin süt verimi ve temel bileşimi üzerinde bir etkisi olmamasına rağmen, belirli genotiplere sahip koyunlarda süt yağ asidi profili (özellikle kısa zincirli ve doymamış yağ asidi oranlarında) genotip spesifik varyasyonlar göstermiştir. Bu sonuç, süt kalitesinin yağ kısmı için spesifik genetik etkilerin varlığını önermektedir.

Özmen ve Kul (2016), tarafından yapılan çalışmada, Sakız koyununda süt üretimi ve yağ fraksiyonu ile ilişkili olan ovine DGAT1 geninde yeni SNP'ler ve 10 bp'lik bir delesyon (g.8213_8223del) tanımlanmıştır. Genotipler arasında süt yağı yüzdesi ve süt verimi için önemli farklılıklar gözlemlenmiş olup, intron 16'daki g.8384T>C lokusunun ekspresyonunda dikkate değer bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu bulgular, DGAT1'deki bu tür varyasyonların süt üretim parametrelerinin stratejik bir genetik

belirteci olabileceğini bildirmektedir.

1.3. Et Üretiminde DGAT1'in Rolü

DGAT1, yağ dokusunda triacylglycerol (TAG) sentezinin ana yolunu kontrol eden anahtar bir enzim olarak kabul edilir (Yu ve Ginsberg, 2004; Yen vd., 2015). Hayvanlarda TAG, karaciğerde, ince bağırsakta, kasta ve yağ dokusunda bulunabilir ve kas içi yağın (IMF) ana bileşeni ve enerji metabolizmasında anahtar bir rol olarak kabul edilir (Listrat vd., 2016). TAG aynı zamanda hücre zarı bileşimini ve lipoprotein taşınmasını da kolaylaştırır (Coleman ve Mashek, 2011). Ayrıca, DGAT1 eksikliği bulunan farelerin çeşitli dokularında lipid metabolizmasında önemli değişiklikler belgelenmiştir (Chen vd., 2002). Tutarlı bir şekilde, DGAT1'in aşırı ekspresyonunun artan TAG biyosentezi, artan yağ asidi oksidasyonu ve korunmuş insülin duyarlılığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Timmers vd., 2011). Ayrıca Ying ve arkadaşları, DGAT1'in TAG sentezinin insülin direncine ve IMF birikimine etkisini deneysel olarak kanıtladıklarını belirtmişlerdir (Ying vd., 2017). DGAT1 aşırı ekspresyonunun glikoz ve lipid metabolizmasını düzenlediği ve kas insülin duyarlılığının artırılmasından ve IMF içeriğinin yükseltilmesinden sorumlu olan TAG sentez reaksiyonunu katalize ettiği de bildirilmiştir (Ying vd., 2017). Ayrıca DGAT1'in muhtemelen doymamış yağ asidi, insülin ve mitojenle aktive olan protein kinaz (MAPK) sinyalleme üzerindeki etkisinden dolayı TAG sentezine ve IMF (Kas içi yağ) oluşumuna aracılık ettiği bildirilmiştir (Fei vd., 2017). Bu bilgiler eşliğinde, DGAT1 aşırı ekspresyonunun lipid ve glikoz metabolizması ile ilişkili olduğu, dolayısıyla TAG biyosentezini kolaylaştırdığı belirtilmiştir (Fei vd., 2017).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Etin yumuşaklığı, kırmızı et sektöründe çok önemli bir faktördür çünkü genel müşteri memnuniyetini ve tatminini büyük ölçüde etkiler. Yumuşaklık, karkasın hem deri altı hem de kas içi yağ içeriği ile ilişkilidir. Bu nedenle, yağ asidi metabolizması genleri, etin yumuşaklığında aday genler olarak kabul edilir. Triglicerit sentezinin son adımını katalize eden anahtar bir enzim olan asil-asetil koenzim A DGAT1, triglicerit metabolizması için esastır. DGAT1 transkriptinin sadece meme bezi ve yağ dokusunda değil, aynı zamanda iskelet kası dokusunda da bulunduğu belirlenmiştir (Xu vd., 2008). Besi sığırlarında DGAT1 geninin et üretim özelliklerine etkisini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır (Xu vd., 2008; Warner vd., 2010; Li vd., 2013; Ardicli vd., 2018; Collis vd., 2012). Üretim özelliklerinde DGAT1 geninin rolü ayrıca yedi sığır ırkında da rapor edilmiştir (angus, belçika mavsi, şarole, hereford, holştayn, limuzin ve simental sığırlar) (Zhao vd., 2015). Sonuç olarak, DGAT1 geninin besi sığırlarında (Mohammadi vd., 2013) etin rengini (Pareek vd., 2005) yağ içeriğini etkileyebileceği belgelenmiştir. Besi sığırlarında DGAT1 geninin ekzon bölgesindeki iki SNP'nin (c.572A/G ve c.1416T/G) et üretim özellikleri ile ilişkisini araştırdı. DGAT1'deki SNP'lerin (c.572A/G ve c.1416T/G) besi sığırlarında sırt yağ kalınlığını, longissimus kas alanını, mermerleşme skorunu ve yağ rengini önemli ölçüde etkilediği belgelenmiştir (Yuan vd., 2013). DGAT1 K232A polimorfizmi, et üretim özellikleri de dahil olmak üzere üretimle ilişkili anahtar varyanttır. Çok az sayıda rapor, sığır semitendinosus kasında IMF'nin düzenlenmesinde DGAT1 K232A'nın rolünü ortaya koymuştur (Thaller vd., 2003; Pannier vd., 2010; Tait Jr vd., 2014; Moore vd., 2003); ancak Ardicli vd. (2018) bu polimorfizmin et üretim özellikleriyle herhangi bir ilişkisini bulamadı. Benzer şekilde, bir çalışmada DGAT1 K232A'nın çeşitli et özellikleri (kas yüzdesi, yağ yüzdesi, kemik yüzdesi ve damlama kaybı) üzerinde önemsiz etkisi olduğu rapor edilmiştir (Trakovicka vd., 2019). Ayrıca Cases vd., (2001) brahman ırkında DGAT1 K232A polimorfizmi ile et üretim özellikleri arasında herhangi bir bağlantı bulunamadı. Şarole (Reis vd., 2001), angus (Spelman vd., 2002), simental (Pareek vd., 2005) ve rus besi sığırı (Gorlov vd., 2014) dahil olmak üzere çoğu besi sığırı ırkında

DGAT1’de A genotipinin sıklığı K genotipinden daha yüksekti. Besi sığırlarında sağrı yüksekliği (RH), DGAT1 K232A polimorfizminden önemli ölçüde etkilenmiştir (Gorlov vd., 2014). Sonuç olarak, DGAT1 K232A’nın üç İspanyol sığır ırkında (berrenda en colorado, berrenda en negro ve cardena andaluza) et yağı ve yumuşaklığı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu araştırıldı. Ek olarak, A aleline kıyasla her üç cinsten de K alelinin daha yüksek frekansları belgelenmiştir (Rodero vd., 2013). IMF, sığır etinin besin kalitesinin değerlendirilmesinde pratikte önemli bir parametredir; sürekli olarak Wu vd. (2012) Çin simental sığırlarında DGAT1-(10,433 ve 10,434)-GC/GC genotipinin mermerleşme skoru ve IMF ile dikkate değer bir ilişkisini belgelemiştir. Önemli olarak DGAT1 aşırı ekspresyonu, yağ metabolizmasında önemli değişime neden oldu, trigliserit sentezini yükseltti, yağ asidi oksidasyon sentezini düzenledi, yağ asidi oksidasyonunu arttırdı ve insülin duyarlılığını korudu (Timmers vd., 2011; Liu vd., 2009). Yayınlanmış literatüre dayanarak, DGAT1’in önemli bir role sahip olmasına rağmen, sığırlarda et üretiminin DGAT1 fonksiyonunu araştıran çok sınırlı araştırma çalışmalarının olduğu sonucuna vardık. Xu vd. (2008) DGAT1 geninin ekson bölgesindeki aday tek nükleotid polimorfizmlerini (SNP) biyoinformatik ve deneysel yöntemler kullanarak araştırmak amacıyla tasarlamıştır. Kamuya açık veri kaynaklarından ve DNA diziliminden toplam 17 SNP tarandı. Bu aday SNP’lerin üç SNP’si (c.572A[G, c.1241C[T ve c.1416T[G), oluşturulan kısıtlama bölgesi-polimeraz zincir reaksiyonu (CRS-PCR) yöntemleriyle genotiplendi. Çin ticari sığırlarında gene özgü SNP belirteçleri ve bunların et ve karkas yağ kalitesi özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirildi. c.572A[G ve c.1416T[G’nin sırt yağ kalınlığı, longissimus kas alanı, mermerleşme skoru, yağ rengi ve Warner-Bratzler kesme kuvveti üzerine anlamlı etkisi olmuştur. c.1241C[T ile ölçülen özellikler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmedi. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, SNP belirteçlerinin, et ve karkas yağ kalitesi özelliklerinin marker destekli seçimi için etkili olabileceğini öne sürdü ve DGAT1 geninin, besi sığırlarında et ve karkas yağ kalitesinin iyileştirilmesi için önemli bir aday gen olduğuna dair yeni kanıtlar ekledi (Yuan vd., 2013).

Xu vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, DGAT1 genindeki polimorfizmlerin koyunlarda intramüsküler yağ oranı ile ilişkili olduğu ve bu artışın etin yumuşaklığı üzerinde olumlu etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Bu durum, genotipin

duyusal kalite özellikleri açısından önemli bir belirleyici olabileceğini göstermektedir.

Ala Noshahr ve Rafat (2014), Moghani ırkı koyunlarda T487C polimorfizminin karkas verimiyle ilişkisini incelemiş ve CC genotipine sahip bireylerde daha yüksek karkas ağırlığı ve dressing oranı gözlemlemiştir. Bu bulgu, DGAT1 geninin sadece kalite değil, aynı zamanda verim yönünden de seçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

Buna karşılık Kopuzlu vd. (2024), morkaraman ve tuj ırklarında DGAT1 geninin büyüme performansı üzerine etkisini araştırmış ve genotipler ile doğum ağırlığı, sütten kesim ağırlığı ve ortalama günlük canlı ağırlık artışı gibi parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Bu sonuç, DGAT1 geninin etkisinin ırka bağlı olarak değişebileceğini düşündürmektedir.

Amri vd. (2023), Endonezya koyunlarında DGAT1 geninin karkas özellikleriyle ilişkisini analiz etmiş, özellikle boyun bölgesindeki et verimiyle CT genotipinin ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Ancak sıcak ve soğuk karkas ağırlığı gibi genel verim parametrelerinde anlamlı fark bulunmamıştır.

Benzer şekilde, Amri vd. (2024) tarafından yürütülen bir başka çalışmada, DGAT1 genotiplerinin koyun etindeki aroma ve tat bileşenleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve CT genotipinin 4-Ethyl octanoic acid gibi aroma maddelerinin seviyesini anlamlı düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Buna karşın, kolesterol ve mineral içerikleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Son olarak, Joubert vd. (2021) tarafından yapılan bir derleme çalışmasında, DGAT1 genindeki farklı mutasyonların (örneğin g.8539 C>T, g.8522 C>T ve g.5553 C>T) süt ve et verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre DGAT1 geni, süt yağı sentezinde daha baskın rol oynamakla birlikte, belirli varyantlarının et kalitesi özellikleri üzerinde de dolaylı etkileri bulunmaktadır.

Yukarıda özetlenen çalışmalar doğrultusunda, DGAT1 geninin koyunlarda et

kalitesi ve verimi açısından önemli bir aday gen olduğu söylenebilir. Özellikle intramüsküler yağ birikimi, karkas özellikleri ve aroma profili gibi faktörler üzerinde belirgin etkiler göstermektedir. Ancak bu etkiler, ırk farklılıkları ve çevresel faktörler nedeniyle çalışmadan çalışmaya değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, DGAT1 geni seleksiyon programlarında destekleyici bir biyobelirteç olarak kullanılabilir; ancak tek başına belirleyici olmaktan çok, diğer genetik ve çevresel faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir.

Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, Şanlıurfa ilinde kesim olgunluğuna ulaşmış ivesi toklularında DGAT1 geninde tespit edilen polimorfizmlerin kesim ve karkas özellikleri (Canlı ağırlık, Kesim ağırlığı, pH, MLD alanı, Kabuk yağı kalınlığı vs.) ile ilişkilerini ortaya koymaktır. Şanlıurfa ilinde kesime gelen hayvanların ırk, yaş ve cinsiyet gibi özelliklerini tespit etmek, kesimhanelerde ve çiftçilerde tutulan besi kayıtlarının hangileri olduğunu tespit etme, genotiplendirilmiş DGAT1 ile verim parametrelerinin istatistiksel değerlendirilmesini öğretilmesi bu çalışmanın hedefleri olacaktır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Örneklerin Seçimi

Şanlıurfa merkezde, kesim için gönderilen en az 82 erkek İvesi toklusundan et ve kan örnekleri alındı. Örnekler, Şanlıurfa merkezinde bulunan özel bir mezbahada kesim sırasında ve sonrasında alındı. Kan örnekleri DNA'nın çıkarılması için kullanıldı. Bu hayvanların ırk ve yaş bilgileri hayvan sahiplerinden ve kişisel incelemelerden elde edildi. Karkastaki MLD (*Musculus Longissimus Dorsi*) enine kesit alanı, 13. torasik ve 1. lomber omurlar arasında iz kâğıdına çizilen şekilden planimetre ile belirlendi ve deri altı yağ kalınlığı aynı yerden kumpas ile belirlendi. Karkas ağırlığı, 10 g hassasiyetle 50 kg tartan elektronik bir terazi ile ölçüldü. MLD kasından 2 cm kalınlığında bir et parçası alındı, her örnek numaralandırılmış, mühürlenmiş torbalara konuldu ve numune alma ve fotoğraflama işlemi tamamlanana kadar karkasların saklandığı soğuk ünitelerde muhafaza edildi. Numune alımından sonra, tüm örnekler vakum makinesinde vakumlanarak soğuk zincir altında laboratuvara getirildi ve analizler yapılana kadar -20°C'de derin dondurucuda saklandı. Et kalitesi özelliklerinin pH ölçümü (Metler Toledo) kesim alanında gerçekleştirildi.

3.2. Yağ Asidi Analizleri

Yağ asidi analizi özel bir laboratuvarında yapıldı. Et örnekleri soğuk zincir koşullarında buraya taşındı. Aşağıda belirtilen prosedüre göre toplam lipit ve yağ asidi analizi gerçekleştirildi.

1. Kas dokusundan toplam yağın ekstraksiyonu, Folch vd. (1957) tarafından belirtilen modifiye yöntem kullanılarak yapıldı. Blender ile homojenize edilen doku karışımından 5 gram alındı ve blenderda kloroform metanol karışımı (2:1) ile toplam

yağ ekstrakte edildi.

2. Proteinler, karbonhidratlar ve amino şekerler gibi yağsız safsızlıklar %0.9 NaCl ile yıkandı. Toplam lipiti içeren kloroform fazı, başlangıç ağırlığı önceden alınmış olan 100 ml cam balona konuldu ve ardından 40 °C’de bir rotary evaporatöre yerleştirildi. Cam balon desikatörde soğutulduktan sonra ikinci ağırlık alındı. 5 g dokudaki toplam yağ miktarı, başlangıç ağırlığından son ağırlığın çıkarılmasıyla elde edildi. Toplam yağ miktarı sonuçları g/100 g doku olarak yazılabilir.
3. Yağ asidi metil esterleri, Ichihara vd. (1996) tarafından tarif edildiği gibi, Agilent Technologies’in rehberliğine uygun olarak elde edildi. Cam balondaki toplam yağ, 1-2 dakika çalkalanarak 2 ml n-Heksan ile çözüldü. 5 ml kapaklı plastik şişedeki sıvıya, 2 M Metanol içinde çözülmüş 100 l Potasyum Hidroksit eklendi, yaklaşık 1 dakika vorteks yapıldı ve 3000 rpm’de 5 dakika santrifüj edildi. Sentezlenen üst faz, 2 ml’lik bir şişeye aktarıldı ve belirleme için hazırlandı.
4. Bireysel yağ asidi metil esterlerinin analizi, Optima marka delta-6-0.25 mikrometre (60 m x 0.25 m ID) kolon kullanılarak bir gaz kromatografi cihazında (Agilent Technologies) yapıldı. Yağ asidi okuması 120 °C’den başladı, 5 °C/dak hızla 250 °C’ye ulaştı, bu sıcaklıkta 3 dakika bekledi; ardından 2 °C/dak hızla 270 °C’ye ulaştı ve okumak için 16 dakika bekledi. Cihaz, enjeksiyon hacmi 1 l olan splitless modda çalıştırıldı ve azot gazı ise taşıyıcı gaz olarak kullanıldı. Standart yağ asidi metil esterlerinin karşılaştırmalı retansiyon zamanları, gaz kromatografi görünümü ile elde edilen kromatogramlarda bulunan yağ asitlerinin metil esterlerini niteliksel olarak belirlemek için kullanıldı. Her bir yağ asidinin yüzde miktarlarının kantitatif belirlemeleri, dış standart yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi.

3.3. DNA İzolasyonu

Kan örneklerinden standart fenol/kloroform çözeltisi ile DNA izolasyonu aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

1. Falcon tüplerine 10 ml K₃EDTA kan örneği dolduruldu, ardından DNAaz

- aktivitesini önlemek ve DNA'nın bozulmasını azaltmak için Mg^{++} iyonlarını bağlamak amacıyla 0.5 ml 0.5 M EDTA (pH 8.0) eklendi. Bu karışım, 50 ml'ye tamamlanmak üzere 2X lizis tamponu ile tamamlandı.
2. 10 dakika ters çevrildikten ve 30 dakika buz üzerinde bekletildikten sonra, tüpler buzdan çıkarıldıktan sonra $+4^{\circ}C$ 'de 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Santrifüjden sonra, tüpün süpernatant fazı atıldı (tüpteki tüm çözeltiler döküldü).
 3. Tüpteki pellet üzerine 3 ml salt/edta eklenerek iyice vortexlenmiştir. Daha sonra üzerine proteinleri denatüre edip proteazların işlevine hazır hale getirmek için 0,3 ml %10 luk SDS solüsyonu ve DNA'yı parçalayan stoplazmik enzimleri, DNA'yı bağlayan nüklear proteinleri yıkmak için 150 μ l proteinaz K (10 mg/ml) eklenmiştir. Örnekler $55^{\circ}C$ de 10 saat etüvde bekletilmiştir.
 4. Tüplerin üzerine, bekleme süresi sonunda, 3 ml fenol (pH 8.0) eklenmiştir. 20 saniye oldukça sert bir şekilde çalkalanan tüpler, 5 dakika süre ile yumuşak bir şekilde ters yüz edilmiş, $+4^{\circ}C$ de 10 dakika süre ile 3000 rpm de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonucu tüplerdeki üst kısım yeni steril tüplere alınmış, üzerine ise $\sim 240 \mu$ l fenol: kloroform: izoamil alkol (25:24:1) eklenmiştir. Tüpler 20 sn süreyle oldukça sert çalkalandıktan sonra 5 dakika da yumuşak şekilde ters yüz edilmiş, 3000 rpm de $+4^{\circ}C$ de 10 dk'yla santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda tüplerdeki süpernatant kısmı yeni tüplere alınmıştır.
 5. Süpernatantın 1/10 kadar 3 M NaAc (pH 5.2), DNA'yı çökeltmek için alınan süpernant kısmının 2,5 katı kadar $-20^{\circ}C$ de soğutulmuş %95'lik etanol eklenmiştir. Tüpler sert bir şekilde sallanmış ve yoğunlaşıp çöken DNA pipet ile alınarak yeni bir ependorf tüpe aktarılmıştır. Pellet kurutularak alkol uzaklaştırılmıştır. Pellet, ddMQ ile sulandırılmıştır.
 6. Sulandırılan DNA'lar $-20^{\circ}C$ 'de kullanılmak üzere saklanmıştır.

3.4. DNA Örneklerinin Miktar ve Kalitesinin Ölçülmesi

İzole edilmiş DNA' lar Thermo scientific ND-1000 Nanodrop ile miktar ve kalite değerlendirilmesi yapılmıştır.

No	Örnek	Blank ng/ul	Faktör	A260	Pathlength (mm)	260/280	260/230
1	78	84,91	50	1,712	10	2,21	1,96
2	72	67,21	50	1,315	10	2,35	1,55
3	45	59,62	50	1,206	10	1,96	1,69
4	61	78,16	50	1,553	10	2,32	2,18
5	66	57,96	50	1,159	10	2,16	1,99
6	52	90,06	50	1,789	10	1,89	1,41
7	42	66,61	50	1,332	10	2,20	1,55
8	14	62,84	50	1,257	10	2,01	1,53
9	11	51,73	50	1,035	10	2,17	1,31
10	37	109,86	50	2,197	10	2,11	2,12

Çizelge 3.1. Çeşitli örneklerde DNA spektrofotometre ölçüm sonuçları.

3.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

PCR'da 309 bp'lik DNA bölgesi F: 5'-GCA TGT TCC GCC TCC TGG-3' ve R: 5'-GGA GTC CAA CAC CCC TGA-3' primerleri kullanılarak çoğaltılmıştır (Çizelge 3.2). PZR için 0,2 ml'lik tüplere 3 μ l genomik DNA örneği alınmış ve üzerine 3.75 μ l 10x Buffer, 1 μ l Primer R, 1 μ l Primer F, 1 μ l MgCl₂, 0.5 μ l DNTPS, 2.4 ve 20 μ l 12.5 μ l dH₂O karışımı eklenerek santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüpler PCR cihazına yerleştirilerek PCR programı uygulanmıştır. PCR programı 96 °C'de 5 dakika başlangıç denatürasyonu, 96 °C'de 50 saniye denatürasyon, 58 °C'de 50 saniye bağlanma, 72 °C'de 1 dakika uzama ve 72 °C'de 5 dakika son uzama olmak üzere 35 döngüye ayarlanmıştır.

Gen	Primer	Enzim	Frag. Uz.	Literatür
DGAT1	5'-GCA TGT TCC GCC TCC TGG-3' 5'-GGA GTC CAA CAC CCC TGA-3'	<i>AluI</i>	309 bp	Yang ve ark.. (2011)

Çizelge 3.2. Çoğaltma işlemi için kullanılan primerler ve kesim enzimleri.

3.6. DGAT1 PCR- RFLP Analizi

Çoğaltılmış her bir DGAT1 PCR ürününden 10 μ l alınarak 0.2 ml steril Eppendorf tüplerine konulmuş ve 5 μ l *AluI* enzimi, 5 μ l Tampon R ve 2.4 μ l Tampon Tango eklenmiştir. Ardından, yaklaşık 5-10 μ l mineral yağ ile kaplanarak santrifüj edilmiştir. 37 $^{\circ}$ C’de 12 saat inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Inkübasyon ürünleri, 45 voltta %2’lik agar jelde 90 dakika bekletilmiş ve elektroforez uygulanmıştır. Elektroforezden sonra jel alınmış ve genotipleme için UV ışığı altında incelenmiştir.

3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS 28 (2008) paket programında tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

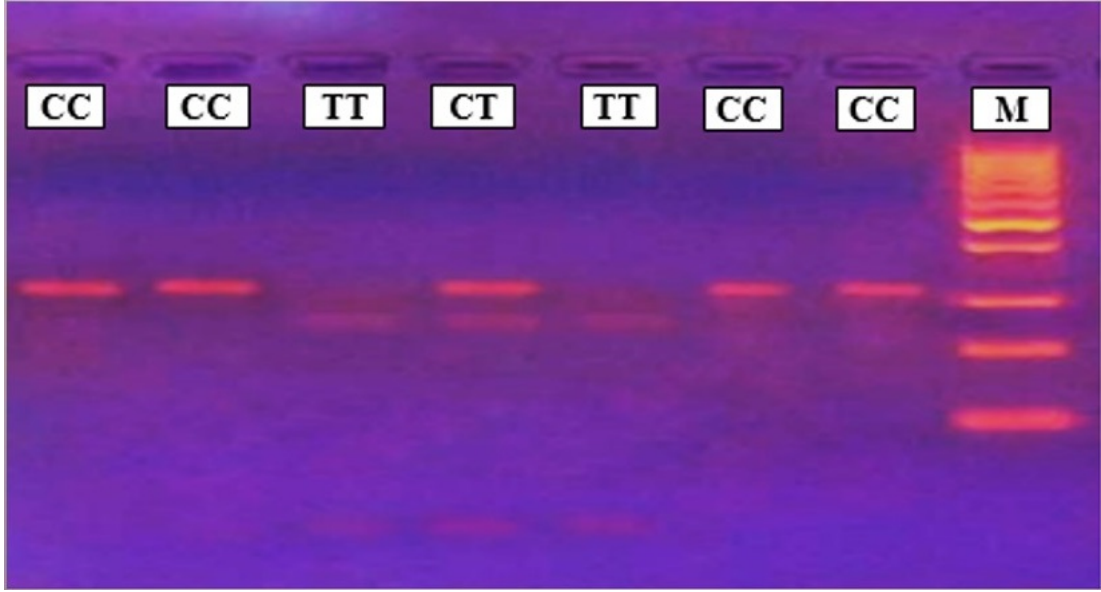
4. BULGULAR

Yapılan DNA analizleri sonucunda elde edilen frekans ve dağılımlar Çizelge 4.1’de belirtilmiştir. Hesaplan khi kare testi ile popülasyonun Hardy Weinberg dengesinde olduğu tespit edilmiştir ($\chi^2=0,061$, $P>0,05$).

Özellik	Değerleri
Hayvan Sayıları (Baş)	82
CC Genotipli Hayvann Sayısı (n)	42
CT Genotipli Hayvann Sayısı (n)	34
TT Genotipli Hayvann Sayısı (n)	6
C Allel Frekansı (p)	0,72
T Allel Frekansı (q)	0,28

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan İvesi toklu popülasyonunda DGAT1’in genetik çeşitliliği.

Çalışma için kullanılan örneklerden izole edilen DNA’lar, primerler aracılığıyla DGAT1 geninin ilgili kısmı PCR yöntemiyle yükseltgenmiştir. PCR ürünleri enzimlerle kesilip önce %2’lik agaros jel elektroforezde yürütülmüştür. Ultra Viyole (UV) ışıktaki çekilen jelin resimlerinde DGAT1 geninin görünen bantları şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. *Alu1* enzimi ile kesim sonucu oluşan PCR ürünlerinden elde edilen genotipler (%2'lik agaros jel, M:100bp DNA ladder).

Çizelge 4.2’de belirtildiği üzere karkas ağırlığı, pH, kabuk yağı kalınlığı ve MLD alanı yönünden gruplar arasında bir fark oluşmamıştır. Karkas ağırlığı en yüksek TT genotipinde $23,02 \pm 1,66$ kg olarak tespit edilmiştir. MLD kesit alanı da yine en yüksek TT genotipinde $16,27 \pm 0,54$ cm² olarak tespit edilmiştir.

	X±SE				X±SE
Özellik	CC	CT	TT	P	Genel Ortalama
Sıcak Karkas Ağırlığı	22,23±0,67	22,24±0,72	23,02±1,66	-	22,56±0,69
MLD pH	5,93±0,07	5,93±0,09	5,96±0,15	-	5,94±0,04
Kabuk Yağı Kalınlığı (mm)	3,68±0,15	3,47±0,17	3,86±0,21	-	3,63±0,15
MLD Kesit Alanı (cm ²)	15,13±0,83	15,44±0,92	16,27±0,54	-	15,61±0,72
-: P>0,05					

Çizelge 4.2. Gentoiplerin kesim ve karkas özelliklerine ait dağılımları.

Genotiplerin toplam yağ, doymuş yağ asidi (SFA), tekli doymamış yağ asidi (MUFA), çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) ve doymamış yağ asidi (UFA) verileri Çizelge 4.3’te özetlenmiştir. Genotipler arasında fark oluşmamıştır. Omega grubu yağ asidi (n-3, n-6, n-9) dağılımları yine Çizelge 4.3’te verilmiş ve genotipler arası farklılık yine tespit edilmemiştir.

	X±SE							X±SE
Özellik	CC		CT		TT		P	Genel Ortalama
Toplam Yağ	4,42	0,27	4,45	0,32	3,65	0,70	-	4,17±0,51
SFA	54,45	0,48	54,41	0,52	54,82	1,24	-	54,56±0,96
MUFA	34,06	0,68	34,42	0,71	36,99	1,77	-	35,15±0,83
PUFA	8,50	2,50	8,92	0,85	10,39	0,79	-	9,27±1,12
UFA	45,55	0,48	45,59	0,62	45,18	1,24	-	45,72±0,96
PUFA/SFA	0,16	0,02	0,16	0,04	0,18	0,04	-	017±0,03
n-3	0,23	0,03	0,23	0,06	0,25	0,08	-	0,24±0,05
n-6	9,96	2,01	9,21	1,11	8,21	0,77	-	9,12±0,12
n-9	34,63	0,66	34,51	0,84	36,72	1,72	-	35,29±0,95
-: P>0,05								

Çizelge 4.3. Genotiplerin toplam yağ (g/100 g) ve yağ asidi dağılımları (%).

5. TARTIŞMA

İvesi toklulardan elde edilen DNA örneklerinin her biri PCR işlemine tabi tutulmuş ve %2 agaroz jel üzerinde yürütülmüş ve DNA bantları elde edilmiştir. Toklulardan elde edilen DNA'lar bir PCR cihazında amplifiye edilmiş ve *AluI* restriksiyon endonükleaz.enzimi ile kesilmiştir. DGAT1 geninin polimorfik bölgeleri böylece belirlenmiştir. Enzim ile kesim işleminden sonra teorik olarak; CC (309 bp), CT (309/272/37 bp) ve TT (272/37 bp) genotipleri belirtilen uzunluklarda bantlar oluşturmuştur. Çalışmada, DGAT1 geninin polimorfik bölgesindeki *AluI* enzim kesme yerine ait 3 genotip CC, TC ve TT olarak tanımlanmıştır. Bulunan genotipler ile alel gen frekansları çizelgede sunulmuştur (Çizelge 4.1).

Popülasyon alel frekansları açısından incelendiğinde, C alelinin 0,72, T alelinin 0,28 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). İncelenen toklularda 42 CC genotipi, 34 CT genotipi ve 6 TT genotipi belirlenmiştir.

Farklı bölgelerde, çeşitli koyun ırklarında DGAT1 geninde yapılan önceki araştırmalar arasında, Barki, Rahmani ve Osseimi koyun ırkları (Mahrous vd., 2015), Deccani, Mandya ve Ganjam koyun ırkları (Kumar vd., 2016), Akkaraman koyun ırkı (Bayram vd., 2019), Barki, Najdi ve Harri koyun ırkları (Altwaty vd., 2020) sunulan çalışmadan farklı olarak CC ve CT olmak üzere iki genotip bulunmuştur. Bu genotiplerin dağılımları dikkate alındığında, CC genotipinin sıklığının en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir, bu veriler sunulan çalışma ile tutarlıdır. Başka koyun ırkları ile yapılan çalışmalar arasında tan, ganjia, oula ve kiaoke koyun ırkları (Yang vd., 2011), moghani koyun ırkı (Noshahr ve Rafat, 2014), mehraban koyun ırkı (Sajad vd., 2014), turcana ırkı (Tbran vd., 2014), jaisalmeri, muzzafarnagri, nali, nellore ve magra koyun ırkları (Kumar vd., 2016), malpura koyun ırkı (Meena vd., 2016), lori koyun ırkı (Nanekarani vd., 2016), Mısır barki koyun ırkı (Abousliman vd., 2020) ve ivesi koyun ırkı (Bayraktar ve Shoshin, 2022) üç genotip (CC, CT ve TT) ile polimorfik olduğu bulunmuştur. Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler, sunulan çalışma

ile örtüşmektedir. Aynı zamanda, DGAT1 gen polimorfizmini gösteren bu çalışmalarda, CC genotipinin CT ve TT genotiplerinden daha yüksek sıklıkta olduğu bildirilmiş ve bu durum sunulan bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Kronolojik olarak; Yang vd., 2011; Ala Noshahr ve Rafat, 2014; Tbran vd., 2014; Mahrous vd., 2015; Meena vd., 2016; Kumar vd., 2016; Nanekarani vd., 2016; Kumar vd., 2016; Bayram vd., 2019; Altwaty vd., 2020; Abousoliman vd., 2020; Bayraktar ve Shoshin, 2022 tarafından yapılan çalışmalarda, C alel gen sıklığının T alel gen sıklığından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun, sunulan çalışmadaki alel gen frekanslarıyla uyumlu olduğu görülmüştür. Ancak, diğer bazı çalışmalarda (Xu vd., 2008; Mohammadi vd., 2013; Noshahr ve Rafat, 2014; Özmen ve Kul, 2016) T alel frekansının C alel frekansından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmalar, sunulan çalışmadan farklılık göstermiştir.

Hardy-Weinberg genetik denge testine göre, toklulara ait genotip frekanslarının dağılımının dengede olduğu ($P>0,05$) bulunmuştur.

Farklı genotiplerin incelenen özelliklerle ilgili istatistikleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Genotiplerin, incelenen özellikler (sıcak karkas ağırlığı, pH, kabuk yağ kalınlığı ve belgözü-MLD alanı) üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır ($P>0,05$). Ala Noshahr ve Rafat (2014) inceledikleri popülasyonda sıcak karkas ağırlığı bakımından en yüksek ağırlığı CC genotipinde gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca TT ve CC homozigot genotipleri arasındaki farkın anlamlı olduğunu, ancak TT ve TC arasındaki farkın anlamlı olmadığını bildirmişlerdir ($P<0,05$). Altwaty vd. (2020), koyunlarda et üretimi ile ilişkili büyüme hormonu reseptör genindeki tek nükleotid polimorfizmleri ve diasilgliserol asiltransferaz 1 genindeki *AluI* polimorfizmlerini inceledikleri çalışmada tespit edilmiş CT genotipinin, yerli barki koyun ırkında vasat düzeyde kas içi yağ ile içeriği ve kas mermerleşmesini açıklayabileceğini belirtmişlerdir. Xu vd. (2009), DGAT1’in koyun eti kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak için DGAT1’in cDNA’sı klonlamışlardır. DGAT1 geninin tek nükleotid polimorfizmleri ile inceledikleri koyun popülasyonunun et kalitesi parametrelerinin çeşitli özellikleri arasındaki ilişkileri değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda T alelinin koyun etinde

yumuşaklık, kas içi yağ içeriği ve mermerleşme skoru üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirtmişler, DGAT1'in TT genotipinin inceledikleri Çin yerli koyun ırkında et yumuşaklığı ve kas içi yağ içeriği için moleküler bir belirteç olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada ise incelenen özellikler bakımından farklılık oluşmadığı görülmektedir. Bu durum farklı ırklarda genotipik farklılıkların özellikler yönünden farklı sonuçlar oluşturacağını göstermektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Türkiye’de ivesi ırklarında DGAT1 geninin polimorfizmleri belirlenmiştir. Bu ırkın bahsi geçen gen açısından sahip olduğu genotipler ile allel sıklıkları tespit edilmiş ve genotipler ile karkas ağırlıkları, pH, kabuk yağ kalınlıkları, *musculus longissimus dorsi* alanları, toplam yağ ile yağ asitlerinin dağılımlarını üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bilgiler ve veriler, yabancı ve yerli kaynaklarda boşlukların doldurulmasının yanında genetik çeşitliliğin araştırılması konusuna da katkılar sağlayacaktır.

Sonuçlar, DGAT1 geninin ekson 17’indeki polimorfizmin araştırılan ivesi popülasyonunda incelenen özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Ekson 17’de bulunan bu SNP’nin DGAT1 geninin fonksiyonel varyasyonlarıyla doğrudan ilişkili olup olmadığı doğrulanmalıdır. DGAT1’in bu SNP’sinin koyun ırklarında et ve süt kalitesi özellikleri üzerindeki etkisi daha ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Koyunların DGAT1 geninin haritalandırılması ve genetik karakterizasyonları daha ayrıntılı olarak incelenmelidir. Ekonomik açıdan önemli kalite ve verim özelliklerine katkıda bulunan DGAT1 gen polimorfizminin kesin mekanizması da daha fazla araştırılmalıdır. Bu çalışmanın sonuçları, belirteç destekli seleksiyon (MAS) ve genetik ıslah programlarında kullanılabilir.

7. ÖNERİLER

Özellikle yerli koyun ırklarımızda daha fazla hayvan materyali ile yapılacak bu ve benzeri çalışmalar neticesinde farklı polimorfizmlerin tespit edilerek karkas ağırlığı, pH, MLD alanı, kabuk yağı kalınlığı, toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonu gibi verim ve kalite kriterleri ile ilişkilendirilmesi belirteç destekli seleksiyon programlarında rahatlıkla uygulanarak hayvan yetiştiriciliğinde ciddi ekonomik katkılar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ala Noshahr, F., & Rafat, A. (2014). Polymorphism of DGAT1 gene and its relationship with carcass weight and dressing percentage in Moghani sheep breed. <https://doi.org/10.18178/joaat.3.1.38-41>
- Altwaty, N. H., Salem, L. M., & Mahrous, K. F. (2020). Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone receptor gene and Alu1 polymorphisms in the diacylglycerol acyltransferase 1 gene as related to meat production in sheep. *Veterinary World*, 13(5), 884.
- Aydın, İ., & Kopuzlu, S. (2024). DGAT1 Gene Polymorphism in Morkaraman and Tushin. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(1), 45–50.
- Bal, O., & Akyüz, B. (2014). Halk elinde yetiştirilen Holştayn, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Yerli Kara sığır ırklarında DGAT1 gen polimorfizminin PCR-RFLP yöntemi ile belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 11(1), 7–13. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1388068>
- Buhman, K. K., Smith, S. J., Stone, S. J., Repa, J. J., Wong, J. S., Jr, F. K., Burri, B. J., Hamilton, R. L., Abumrad, N. A., & Jr, R. V. F. (2002). DGAT1 is not essential for intestinal triacylglycerol absorption or chylomicron synthesis. *Journal of Biological Chemistry*, 277(28), 25474–25479.
- Cerit, H., Dümen, E., & Sezgin, F. H. (2014). Comparison of DGAT1 K232A polymorphism and its effects on some milk quality parameters in Holstein and Native Black Race cattles. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2013.10080>
- Chen, Y., Dunford, N. T., Edwards, J., Carver, B., & Goad, C. (2009). Policosanol content and composition of wheat varieties as affected by environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(2), 310–314.
- Coleman, R. A., & Mashek, D. G. (2011). Mammalian triacylglycerol metabolism: synthesis, lipolysis, and signaling. *Chemical reviews*, 111(10), 6359–6386.
- Collis, E., Fortes, M., Zhang, Y., Tier, B., Schutt, K., Barendse, W., & Hawken, R. (2012). Genetic variants affecting meat and milk production traits appear to have effects on reproduction traits in cattle. *Animal genetics*, 43(4), 442–446.
- Curi, R. A., Chardulo, L. A. L., Arrigoni, M., Silveira, A. C., & Oliveira, H. d. (2011). Associations between LEP, DGAT1 and FABP4 gene polymorphisms and carcass and meat traits in Nelore and crossbred beef cattle. *Livestock Science*, 135(2-3), 244–250.
- Fei, X., Yu, J., Li, Y., & Deng, X. (2017). CrMAPK3 regulates the expression of iron-deficiency-responsive genes in *Chlamydomonas reinhardtii*. *BMC biochemistry*, 18(1), 6.

- Giannoulia, K., Haralampidis, K., Poghosyan, Z., Murphy, D., & Hatzopoulos, P. (2000). Differential expression of diacylglycerol acyltransferase (DGAT) genes in olive tissues.
- Gorlov, I., Fedunin, A., Randelin, D., & Sulimova, G. (2014). Polymorphisms of bGH, RORC, and DGAT1 genes in Russian beef cattle breeds. *Russian Journal of Genetics*, 50(12), 1302–1307.
- Jr, R. V. F., & Chen, H. C. (2000). DGAT and triglyceride synthesis: a new target for obesity treatment? *Trends in cardiovascular medicine*, 10(5), 188–192.
- Kepenek, E. Ş., Ünal, E. Ö., Özer, F., Sönmez, G., Toğan, İ. Z., Dinç, H., & Soysal, M. İ. (2015). Growth hormone (GH), prolactin (PRL), and diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) gene polymorphisms in Turkish native cattle breeds. *Turkish Journal of zoology*, 39(5), 734–748. <https://doi.org/10.3906/zoo-1406-45>
- Kepenek, E. Ş. (2007). *Polymorphism of prolactin (PRL), diacylglycerol acyltransferase (DGAT-1) and bovine solute carrier family 35 member 3 (SLC35A3) genes in native cattle breeds and its implication for Turkish cattle breeding* [Y. L. tezi, Middle East Technical University (Turkey)].
- Li, X., Ekerljung, M., Lundström, K., & Lundén, A. (2013). Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes with color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden. *Meat science*, 94(2), 153–158.
- Listrat, A., Lebreton, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B., & Bugeon, J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The scientific world journal*, 2016(1), 3182746.
- Liu, L., Shi, X., Choi, C. S., Shulman, G. I., Klaus, K., Nair, K. S., Schwartz, G. J., Zhang, Y., Goldberg, I. J., & Yu, Y.-H. (2009). Paradoxical coupling of triglyceride synthesis and fatty acid oxidation in skeletal muscle overexpressing DGAT1. *Diabetes*, 58(11), 2516–2524.
- Mohammadi, H., Shahrehabak, M. M., & Sadeghi, M. (2013). Association between single nucleotide polymorphism in the ovine DGAT1 gene and carcass traits in two Iranian sheep breeds. *Animal biotechnology*, 24(3), 159–167.
- Moore, S., Li, C., Basarab, J., Snelling, W., Kneeland, J., Murdoch, B., Hansen, C., & Benkel, B. (2003). Fine mapping of quantitative trait loci and assessment of positional candidate genes for backfat on bovine chromosome 14 in a commercial line of *Bos taurus*. *Journal of Animal Science*, 81(8), 1919–1925.
- Nanekarani, S. (2021). Polymorphism of a mutation of DGAT1 gene in Lori sheep breed. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*.
- Oliveira, D. d., Chalfun-Junior, A., Chizzotti, M., Barreto, H., Coelho, T., Paiva, L., Coelho, C., Teixeira, P., Schoonmaker, J., & Ladeira, M. (2014). Expression of genes involved in lipid metabolism in the muscle of beef

- cattle fed soybean or rumen-protected fat, with or without monensin supplementation. *Journal of animal science*, 92(12), 5426–5436.
- Ozmen, O., & Kul, S. (2016). Identification of novel SNPs and 10 bp deletion of ovine DGAT1 gene and their association with milk production traits. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 46(2), 271–278.
- Öner, Y., Pullu, M., Akın, O., & Elmacı, C. (2011).). Bursa bölgesinde yetiştirilen İsviçre Esmeri ve Siyah Alaca ırkı sığırlarda beta laktoglobulin (β -lg) ve büyüme hormonu (bGH) gen polimorfizmlerinin HaeIII ve MspI restriksiyon enzimleri kullanılarak incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3), 371–376. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3501>
- Pirzad, M., ANSARI, M. S., & EDRISS, M. A. (2014). Influence of the bovine acyl-CoA: Diacylglycerol acyltransferase1 (DGAT1) K232A on milk production and somatic cell score Holstein cows.
- Pugliano, M. G., Cosenza, G., Emanuele, D., Fulgione, A., Murru, N., Paolo, M. D., Albarella, S., Vincenzo Peretti & Ciotola, F. (2024). Milk traits characterization and association studies with DGAT1 polymorphisms in Bagnolese sheep. *Animal Bioscience*, 38(5), 863.
- Reis, C., Navas, D., Pereira, M., & Cravador, A. (2001). Growth hormone alui polymorphism analysis in eight portuguese bovine breeds. *Archivos de zootechnia*, 50(190), 41–48.
- Rincón, G., Armstrong, E., & Postiglioni, A. (2006). Analysis of the population structure of Uruguayan Creole cattle as inferred from milk major gene polymorphisms. *Genetics and Molecular Biology*, 29, 491–495. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572006000300016>
- Rodero, E., González, A., Avilés, C., & Luque, M. (2013). Conservation of endangered Spanish cattle breeds using markers of candidate genes for meat quality. *Animal Biotechnology*, 24(1), 15–24. <https://doi.org/10.1080/10495398.2012.732285>
- Saatci, M., Dewi, I. A., & Aksoy, A. (2003). Application of REML procedure to estimate the genetic parameters of weekly liveweights in one-to-one sire and dam pedigree recorded Japanese quail. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 120(1), 23–28.
- Sadeghi, M., Mokhber, M., Moradi-Shahrbabak, M., Soltani, V., & Behroozlak, M. (2020). Study of DGAT1 Gene Polymorphisms with Carcass Traits in Iranian Zel and Lori-Bakhtiari Sheep Breeds. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 10(3).
- Scata, M., Napolitano, F., Casu, S., Carta, A., Matteis, G. D., Signorelli, F., Annicchiarico, G., Catillo, G., & Moioli, B. (2009). Ovine acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1–molecular characterization,

- polymorphisms and association with milk traits. *Animal Genetics*, 40(5), 737–742.
- Schennink, A., Heck, J. M., Bovenhuis, H., Visker, M. H., Valenberg, H. J. v., & Arendonk, J. A. v. (2008). Milk fatty acid unsaturation: genetic parameters and effects of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). *Journal of dairy science*, 91(5), 2135–2143.
- Smith, S. J., Cases, S., Sande, E., Tow, B., Farese, R. V., Chen, H. C., Jensen, D. R., Eckel, R. H., Sanan, D. A., & Raber, J. (2000). Obesity resistance and multiple mechanisms of triglyceride synthesis in mice lacking Dgat. *Nature genetics*, 25(1), 87–90.
- Smith, S. J., Cases, S., Zheng, Y.-W., Myers, H. M., Lear, S. R., Sande, E., Novak, S., Collins, C., Welch, C. B., Lusis, A. J., ve diğ. (1998). Identification of a gene encoding an acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(22), 13018–13023.
- Smith, S. J., Farese, R. V., Chen, H. C., Ladha, Z., Jensen, D. R., Ferreira, L. D., Pulawa, L. K., McGuire, J. G., Pitas, R. E., Eckel, R. H., ve diğ. (2002). Increased insulin and leptin sensitivity in mice lacking acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1. *The Journal of clinical investigation*, 109(8), 1049–1055.
- Spelman, R., Ford, C., McElhinney, P., Gregory, G., & Snell, R. (2002). Characterization of the DGAT1 gene in the New Zealand dairy population. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3514–3517.
- Stone, S. J., Cases, S., Zhou, P., Yen, E., Tow, B., Lardizabal, K. D., Voelker, T., & Farese, R. V. (2001). Cloning of DGAT2, a second mammalian diacylglycerol acyltransferase, and related family members. *Journal of Biological Chemistry*, 276(42), 38870–38876.
- Timmers, S., Bosch, J. d. V.-v. d., Hesselink, M. K., Beurden, D. v., Schaart, G., Ferraz, M. J., Losen, M., Martinez-Martinez, P., Baets, M. H. D., Aerts, J. M., ve diğ. (2011). Paradoxical increase in TAG and DAG content parallel the insulin sensitizing effect of unilateral DGAT1 overexpression in rat skeletal muscle. *Plos one*, 6(1), e14503.
- Trakovicka, A., Kasarda, R., Vavrišinová, K., Gábor, M., Miluchová, M., & Moravčíková, N. (2019). The impact of diacylglycerol O-acyltransferase 1 gene polymorphism on carcass traits in cattle. *Journal of Central European Agriculture*, 20(1), 12–18. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2411>
- Tumino, S., Bognanno, M., Chessari, G., Tolone, M., Bordonaro, S., Mangano, F., Marletta, D., & Avondo, M. (2023). Polymorphisms at Candidate Genes for Fat Content and Fatty Acids Composition: Effects on Sheep Milk

- Production and Fatty Acid Profile Using Two Dietary Supplementations. *Animals*, 13(15), 2533.
- Turgut, A. O., Koca, D., & Eroğlu, M. (2025). Association of DGAT1 and POU1F1 Gene Polymorphisms With the Milk Traits in the Cross-Bred Hamdani Sheep Bred Under Extensive Management. *Veterinary Medicine and Science*, 11(5), e70565.
- Vatansever, B., Ardicli, S., Samli, H., Dinçel, D., Ekiz, B., Yalcintan, H., & Balci, F. (2018). Relationship of the bovine IGF1, TG, DGAT1 and MYF5 genes to meat colour, tenderness and cooking loss. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 69(3), 1077–1087. <https://doi.org/10.12681/jhvms.18879>
- Warner, R., Greenwood, P., Pethick, D., & Ferguson, D. (2010). Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat science*, 86(1), 171–183.
- Wu, X., Yang, Z., Shi, X., Li, J., Ji, D., Mao, Y., Chang, L., & Gao, H. (2012). Association of SCD1 and DGAT1 SNPs with the intramuscular fat traits in Chinese Simmental cattle and their distribution in eight Chinese cattle breeds. *Molecular Biology Reports*, 39(2), 1065–1071.
- Yang, J., Zang, R., Liu, W., Xu, H., Bai, J., Lu, J., & Wu, J. (2011). Polymorphism of a mutation of DGAT1 gene in four Chinese indigenous sheep breeds.
- Yen, C., Nelson, D., & Yen, M. (2015). Thematic review series: intestinal lipid metabolism: new developments and current insights intestinal triacylglycerol synthesis in fat absorption and systemic energy metabolism. *J Lipid Res*, 56(3), 489–501.
- Ying, F., Gu, H., Xiong, Y., & Zuo, B. (2017). Analysis of differentially expressed genes in gastrocnemius muscle between DGAT1 transgenic mice and wild-type mice. *BioMed research international*, 2017(1), 5404682.
- Yu, Y.-H., & Ginsberg, H. (2004). The role of acyl-CoA: diacylglycerol acyltransferase (DGAT) in energy metabolism. *Annals of medicine*, 36(4), 252–261.
- Yuan, Z., Li, J., Li, J., Gao, X., Gao, H., & Xu, S. (2013). Effects of DGAT1 gene on meat and carcass fatness quality in Chinese commercial cattle. *Molecular Biology Reports*, 40(2), 1947–1954.
- Zhao, F., McParland, S., Kearney, F., Du, L., & Berry, D. P. (2015). Detection of selection signatures in dairy and beef cattle using high-density genomic information. *Genetics Selection Evolution*, 47(1), 49.
- Zhou, P., Dai, R., Zhou, H., Fang, Q., Yang, Y., Jiang, S., & Hickford, J. G. (2022). Variation in ovine DGAT1 and its association with carcass muscle traits in Southdown sheep. *Genes*, 13(9), 1670.

ÖZ GEÇMİŞ

Ad Soyad: LÜTFÜLLAH AVCI
Öğrenci No: 235324001
E-posta: alimalaty0244@gmail.com
Doğum Yeri: Çelikhan
Doğum Tarihi: 1994-11-15
ORCID: 0009-0006-4288-1645
ABD (TR): VETERİNER GENETİK
ABD (EN): VETERINARY GENETICS

Eğitim Bilgileri

- Harran Üniversitesi - Veteriner Genetik (2023 - Devam)
- HARRAN ÜNİVERSİTESİ - VETERİNER FAKÜLTES (2012 - 2,017)

Diğer Bilgiler

Hayvan deneyleri kullanım sertifikasıSunı tohumlama sertifikası